

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-076834

(43)Date of publication of application : 07.04.1988

(51)Int.Cl.

C22C 1/09
B21J 1/00
B21K 1/46
B22D 19/14
F16B 35/00

(21)Application number : 61-219406

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 19.09.1986

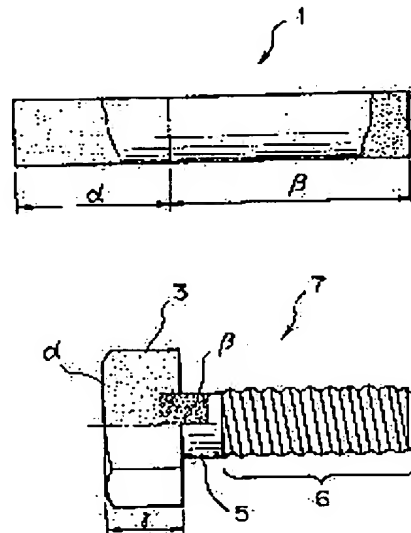
(72)Inventor : ISHIWATARI YUTAKA
NAGATA AKINORI

(54) MANUFACTURE OF LIGHTWEIGHT BOLT

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve strength characteristics, plastic workability, and product yield, by reducing the reinforcing base-material content of a bolting material in a region to be subjected to working at high draft at the time of manufacturing a bolt made of metal-base composite material by rolling.

CONSTITUTION: A bar-shaped bolting material 1 is formed by the use of a metal-base composite material in which reinforcing base material in a short-fiber or powdered condition, for example, SiC whisker is dispersed into a matrix metal such as Al alloy. In a region (α) to be subjected to high-draft working in order to form a bolt head 3 of the material 1, reinforcing base material content (represented by R) is reduced. On the other hand, content R is raised in a region (β) forming a bolt shaft. This material 1 is subjected to rolling to undergo forming of respective parts. At the head 3, plasticity of material is increased, forming with a header is facilitated, and rate of the occurrence of defects such as cracks, etc., is minimized because volume whisker content Vf value corresponding to content R is low. On the other hand, strength is increased at the shaft to be formed into a thread part 6 because of high Vf value and, moreover, problems in forming operation are minimized owing to reduced draft even if Vf value is high.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-76834

⑬ Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)4月7日

C 22 C 1/09
B 21 J 1/00
B 21 K 1/46
B 22 D 19/14
F 16 B 35/00

Z-7518-4K
8019-4E
8019-4E
A-8414-4E
C-8414-4E
J-7526-3J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 軽量ボルトの製造方法

⑯ 特 願 昭61-219406

⑰ 出 願 昭61(1986)9月19日

⑱ 発 明 者 石 渡 裕 神奈川県横浜市鶴見区末広町2-4 株式会社東芝京浜事業所内
⑲ 発 明 者 永 田 晃 則 神奈川県横浜市鶴見区末広町2-4 株式会社東芝京浜事業所内
⑳ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
㉑ 代 理 人 弁 理 士 波 多 野 久 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

軽量ボルトの製造方法

2. 特許請求の範囲

1. マトリックス金属中に短繊維状または粉体状の補強用基材を分散させた金属基複合材料でボルト素材を形成し、ボルト素材を所定形状に成形加工して軽量ボルトを製造する方法において、前記ボルト素材に対する加工度が高い領域の補強用基材含有率を低く設定し、一方加工度が低い領域の補強用基材含有率を高く設定してボルト素材を調製し、しかる後に転造加工により所定形状に成形することを経特徴とする軽量ボルトの製造方法。

2. 加工度の高い部位は、ボルト頭部に対応する領域であり、その領域における補強用基材含有率は15体積%以下の範囲で調整する特許請求の範囲第1項記載の軽量ボルトの製造方法。

3. 加工度の低い部位は、ボルト軸部に対応す

る領域であり、その領域における補強用基材含有率は30体積%以下の範囲で調整する特許請求の範囲第1項または第2項記載の軽量ボルトの製造方法。

4. マトリックス金属は、アルミニウム系金属、マグネシウム系金属、チタン系金属のいずれかである特許請求の範囲第1項ないし第3項のいずれか1項に記載の軽量ボルトの製造方法。

5. 補強用基材は、グラファイト、アルミナ、シリコンカーバイド、セラミックスから選択された1以上の物質から成る特許請求の範囲第1項ないし第4項のいずれか1項に記載の軽量ボルトの製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(発明の目的)

(産業上の利用分野)

本発明は軽量で耐熱性を有する金属基複合材料で形成した軽量ボルトの製造方法に係り、特に加工性および製品の歩留りが優れた軽量ボルトの製

造方法に関する。

(従来の技術)

アルミニウム合金系のボルトは通常の鉄製ボルトと比較して比重が約 $1/3$ と小さいため従来から航空機、人工衛星など、部材の軽量化が要請される分野で使用されていた。ところが、近年、アルミニウムが優れた放射能減衰性および放散ガス特性を有する点が注目され、原子力機器、核融合機器、真空装置等の分野においても積極的に採用されている。

しかしながら、アルミニウム合金の中には、ジュラルミンのように常用温度帯においては鉄系材料に相当する高強度を有するものもあるが、一般的には、弾性率および高温度帯における強度が改善されていないため、使用箇所が比較的低温領域の狭い範囲に限定されてしまう欠点があった。

上記の欠点を改善するため、従来から、例えばグラファイト、アルミナ、シリコンカーバイドなどの短繊維または粒子をマトリックス金属中に分散させて複合化した金属基複合材料が実用化され

ている。金属基複合材料は、マトリックス金属自体が有する熱伝導性、電気伝導性などの特性を維持しながら軽量化が図られ、また材料強度が改善されている。特に、マトリックス金属単体と比較し、その常温域における強度の増加に加え、高温域における耐熱強度が著しく改善されている。そのため、アルミニウム複合材料は鉄系金属に比較してコスト高ではあるが軽量化に対する要請が強い自動車、航空機産業分野などで普及している。

金属中に分散される繊維状の補強用基材としては、材質別に長繊維のものから短繊維のものまで多種に及ぶが、部品の形状や要求特性に適合したものが選定される。一般に、短繊維の補強用基材を使用した複合材は長繊維の補強用基材を使用したものと比較して強度が劣るものの加工性に優れており、機械加工または塑性加工によって複雑で精密な部品でも製作することができる利点がある。

上記のような複合材料から軽量ボルトを製造する加工法は大別して2通りに分類される。第1の加工法は、素材をダイスまたは工具でローリング

することにより所定形状に成形する転造加工であり、第2の加工法は素材を所定形状に切削して成形する機械加工方法である。前者は後者と比較して製造に必要な素材容量が半以下であり、また加工時間も $1/10$ 程度であるため、製品の歩留りおよび生産効率の優れた転造加工によって軽量ボルトは製造されている。

次に、転造加工による軽量ボルトの製造工程を第3図(A)～(D)を参照して説明する。

第3図では、補強用基材としてシリコンカーバイド短繊維(SiCウイスキー)を使用したアルミニウム合金複合材を用い、呼び径がM8のボルトを製造する場合で例示している。

初めに第3図(A)に示すように、呼び径M8のボルトの谷径に等しい外形7mmに調製された丸棒状のボルト素材1を450～600℃の温度で予熱する。温度が均一化した後に、第3図(B)に示すように、ヘッダ2をボルト素材1に押圧してローリングし、ボルト頭部3の成形を行ない、引き続き第3図(C)に示すように転造ダイス4

によってボルト軸部5におじ加工を行なう。その後、所定の熱処理を施し、ボルト頭部3と、おじ部6を有するボルト軸部5とが一体に成形された軽量ボルト7が、第3図(D)に示すように完成する。

(発明が解決しようとする問題点)

前述のように繊維強化複合材料は、使用する補強用基材とマトリックス金属との組合せによってボルト素材の強度特性を選択する自由度が高い。

しかしながら、使用する補強用基材の含有率の大小によって、ボルト素材の成形加工の難易度が大きく変化する特性を有している。第4図は、補強用基材としてシリコンカーバイド短繊維(SiCウイスキー)を使用したアルミニウム複合材において、補強用基材の含有率に対応するSiCウイスキー体積率 V_f と引張強さ T および伸び率 S の関係を示したものである。

第4図において、SiCウイスキー体積率 V_f の増加に比例して引張強さ T は増加するが、逆に伸び率 S は減少する。なお、この傾向は補強用基

材として繊維または粒子をマトリックス金属中に分散して形成した金属基複合材料に共通して現われる現象である。

したがって、複合材で形成した軽量ボルトの強度特性を向上させるためには、補強用基材の含有率の高い複合材を使用することが望ましいといえる。

しかしながら、補強用基材の含有率の増加に従って伸び率 S が低下するため、塑性加工が困難になり、製造した軽量ボルト7に欠陥が多発する傾向がある。例えば第5図に示すように、補強用基材含有率に対応する SiC ウイスカー体積率 V_f が15%位までは欠陥のない良好なボルト頭部3を成形することができるが、15%を超え、20%程度になると縁部に鍛造割れ8を生じ、さらに25%以上では、ボルト頭部3がボルト軸部5から欠落することもあり、製品の歩留りが著しく低下する問題点があった。

本発明は上記の問題点を解消するためになされたものであり、優れた強度特性を有するとともに、

塑性加工性に優れ、割れなどの欠陥発生率が低く、製品の歩留りが高い軽量ボルトの製造方法を提供することを目的とする。

(発明の構成)

(問題点を解決するための手段)

本発明に係る軽量ボルトの製造方法は、マトリックス金属中に短繊維状または粉体状の補強用基材を分散させた金属基複合材料でボルト素材を形成し、ボルト素材を所定形状に成形加工して軽量ボルトを製造する方法において、前記ボルト素材に対する加工度が高い領域の補強用基材含有率を低く設定し、一方加工度が低い領域の補強用基材含有率を高く設定してボルト素材を調製し、しかる後に転造加工により所定形状に成形することとを特徴とする。

(作用)

本発明方法においては、ボルト素材に対する加工度が高い領域の補強用基材含有率を低く設定しているため、その領域の可塑性が高く、したがって、転造加工によって素材形状を大きく塑性変

形させて複雑な形状に成形しても、割れまたは剥離欠陥などの欠陥を生じることが少ない。

一方、ねじ部などの比較的加工度が低い領域の補強用基材含有率を高くしているため、その領域におけるボルト素材の引張り強さを大きく設定することができる。したがって、使用時に最大の荷重が作用するねじ部の強度を増加できることから、ボルト全体としての強度特性を改善できる。

すなわちボルト素材に対する加工度の高低、および所要強度の大小に応じて補強用基材の含有率を領域別に設定するため、最適な強度特性を有するように調整できる上に軽量ボルト全体としての加工性が優れ、加工時において割れなどの欠陥発生率が低減され、製品の歩留りを大幅に向上することができる。

(実施例)

次に、本発明の一実施例を添付図面を参照して説明する。

初めに第1図(A)に示すように金属基複合材料で棒状のボルト素材1を形成する。金属基複合

材料は、マトリックス金属として、例えばアルミニウム合金中に短繊維状または粉体状の補強用基材を分散させて調製する。補強用基材としては、グラファイト、アルミナ、シリコンカーバイド、セラミックスなどから選択され、さらに要求強度、耐熱特性によっては2種以上組み合わせられて使用される場合もある。

ボルト素材1の補強用基材含有率は、従来法の如く全領域において一様ではなく、ボルト頭部を形成する領域のように加工度が高い領域 α においては補強用基材含有率を低く設定し、一方ボルト軸部を形成する領域のように加工度が低い領域 β においては補強用基材含有率を高くしている。

本実施例においては、補強用基材としてシリコンカーバイドの短繊維(SiC ウイスカー)を用い、マトリックス金属としては6061アルミニウム合金を使用した例で示す。また、補強用基材含有率に対応する SiC ウイスカー体積率 V_f はボルト頭部およびボルト軸部に対応する領域においてそれぞれ15体積%、30体積%に調整した

(以下、S I Cウィスカー体積率はVf値と、またVf値の単位はvol. %と略記する)。

上記のように調製されたボルト素材1は、第3図において例示した転造加工によって各部の成形加工がなされる。加工度が高いボルト頭部においてはVf値が低いため、ボルト素材の塑性が高く、ヘッド2による成形加工が極めて容易であり、また割れなどの欠陥発生率が少ない。

一方、ねじ部が形成されるボルト軸部においてはVf値を高く設定しているので形成されたねじ部の強度は高い。また、Vf値が高くても加工度が低いために成形作業上の問題は少ない。

上記の転造加工作業によって第1図(B)に示すようにボルト頭部3と、ボルト軸部5およびねじ部6とから成る軽量ボルト7が完成する。

次に、従来方法と本発明方法とにおいて、Vf値を種々変化させて製造した場合の製品の歩留りについて第2図を参照して比較説明する。すなわち、ボルト素材1の全領域にわたりVf値を均一に調製して成形加工を行なう従来方法において、

可能であったVf値が30vol. %の場合においても、歩留りが約85%の高率で成形加工をすることが可能であった。またボルト軸部に形成したねじ部6の強度はVf値の上昇に対応して増加し、軽量ボルト全体として優れた強度特性と成形加工性を併せ持つことが可能となった。

なお、ボルト頭部に対応する領域のVf値の値はマトリックス金属の材質特性により最適値に設定する必要がある。すなわちマトリックス金属として6061アルミニウム合金を使用した本実施例の場合は、Vf値が15vol. %のときに優れた加工性を呈し、また純アルミニウムを使用した場合はVf値が20vol. %程度まで成形が可能であり、2014アルミニウム合金を使用した場合はVf値が10vol. %以下に設定しないと、加工性が低下する。

また、第1図(A)に示すボルト頭部に対応する加工度が高い領域αとボルト軸部に対応する加工度が低い領域βの長さの比率は、第1図(B)に示すボルト頭部3の高さγの20~50%に相

Vf値を15vol. %、20vol. %、25vol. %、30vol. %と段階的に変えて、軽量ボルトを製造し、ボルト頭部における割れの有無等を浸透試験(PT)で確認し、その結果から軽量ボルトの製品としての歩留りを算出している。

また、本発明方法の効果を比較確認するため、ボルト頭部に対応する領域のVf値を15vol. %に設定する一方、ボルト軸部に対応する領域のVf値を20vol. %、25vol. %、30vol. %に変化させて、同様にして製品の歩留りを確認した。

その結果、従来方法においては、Vf値が15vol. %のときは、歩留りは約95%と高いが、Vf値の上昇に従って急激に成形加工が困難になり、歩留りが低下し、Vf値が30vol. %の場合は成形加工が不可能であった。

一方、本発明方法によると、ボルト軸部におけるVf値の上昇につれて若干歩留りが低下する傾向が見られるが、従来方法では全く成形加工が不

当する長さだけVf値の高いボルト軸部5がボルト頭部3内に嵌入するように設定すると良い。この比率にすると、ボルト頭部3とボルト軸部5との接合強度が高く、ボルト頭部3の加工性が優れる。

(発明の効果)

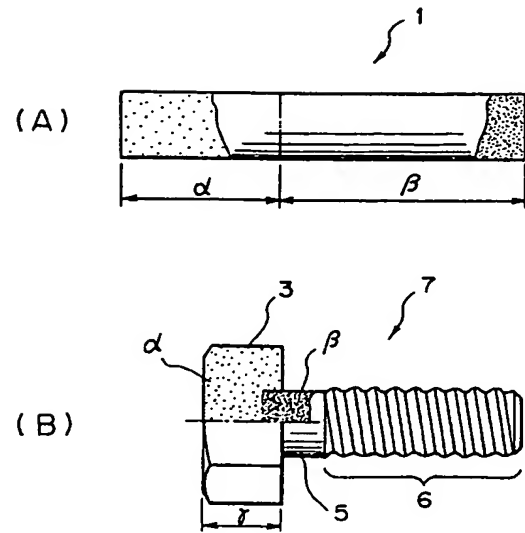
本発明方法によれば、ボルト素材に対する加工度の高低および要求強度の大小に応じて補強用基材の含有率を領域毎に設定しているため、最適な強度特性を得ることができる上に、軽量ボルト全体としての加工性が優れ、割れなどの欠陥発生率が低減される。したがって、軽量ボルトの製品としての歩留りを飛躍的に向上することができる。

4. 図面の簡単な説明

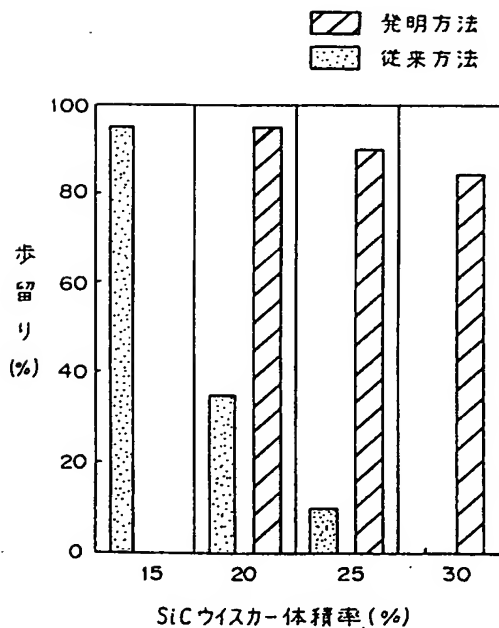
第1図(A)は本発明方法において使用するボルト素材を一部破断して示す正面図、第1図(B)は本発明方法によって製造した軽量ボルトを一部破断して示す正面図、第2図は本発明方法と従来方法によって製造した製品の歩留りを比較して表

示したグラフ、第3図(A)～(D)は転造加工による軽量ボルトの製造工程を示す説明図、第4図は補強用基材としてSiCウイスキーを使用したアルミニウム複合材の機械的特性を示すグラフ、第5図は従来方法によって製造した軽量ボルトのボルト頭部の状態を示す図表である。

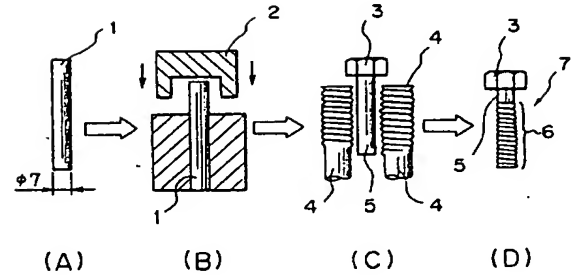
1…ボルト素材、2…ヘッダ、3…ボルト頭部、4…転造ダイス、5…ボルト軸部、6…ねじ部、7…軽量ボルト、8…鍛造割れ、 V_f …SiCウイスキー体積率、 T …引張強さ、 S …伸び率、 α …加工度が高い領域、 β …加工度が低い領域、 r …ボルト頭部高さ。



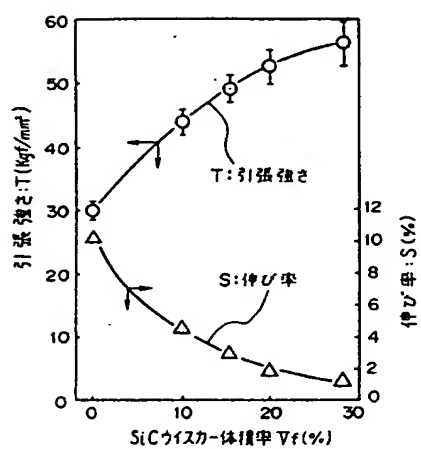
第 1 図



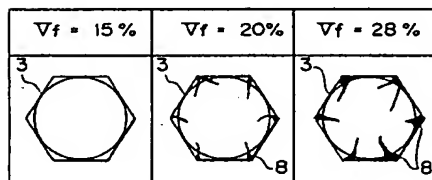
第 2 図



第 3 図



第 4 図



第 5 図